N° 34. **F. Stössel** und **P. Tardent** [1]. — Die Reaktionsmuster von *Coryne pintneri* und *Sarsia reesi* (Athecata, Capitata) auf Berührungsreize. (Mit 5 Textabbildungen)

Zool. Institut, Universität Zurich

1. Einleitung

Coryne pintneri (Schneider, 1897) und *Sarsia reesi* (Vannucci, 1956) sind koloniale, zur Familie der *Corynidae* gehörende Athecata. Die beiden Arten (Abb. 1) besitzen geknöpfte Tentakel und eine variierende Zahl von filiformen Tentakeln. Letztere enthalten keine Nematocyten. Sie sind kranzförmig an der Basis des Polypen angeordnet und dienen, wie aus Vorversuchen zu schliessen ist, der Wahrnehmung von mechanischen Reizen. Eine schwache Berührung dieser Tentakel oder eine in ihrer Nähe befindliche Vibrationsquelle führen zu einer heftigen Reaktion des Polypen, dessen distaler Teil sich blitzschnell in Richtung des gereizten Tentakels krümmt (Abb. 2 *b*).

Die physiologisch-oekologische Bedeutung dieses Verhaltens lässt sich wie folgt interpretieren: Die beiden Arten haben kurze, mit endständigen Nesselbatterien bewehrte Tentakel, die wegen ihres geringen Aktionsradius für den Fang schwimmender oder schwebender Beutetiere ungeeignet sind. Schwimmende oder über das Stolonensystem kriechende Beutetiere lösen entweder durch direkte Berührung der filiformen Tentakel oder indem sie Vibrationen erzeugen, die erwähnte Reaktion des Polypen aus, der dank der richtungsweisenden Information auf die Beute zuschnellt und diese mit den kurzen Oraltentakeln nesselt und aufnimmt. Die geknöpften Tentakel ihrerseits sind auch in der Lage, lokal gesetzte mechanische Reize durch zeitgerichtete Reaktionen zu beantworten (Abb. 2 *a*).

Im Zusammenhang mit dieser Beobachtung ergeben sich folgende Fragen:

1. Wie ist das regionale Reaktionsmuster auf Berührungsreize hin?
2. Welcher Art ist das in den filiformen Tentakeln lokalisierte Rezeptorsystem?

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der ersten Frage, während die zweite Gegenstand einer anderen Untersuchung (Tardent und Stössel, 1971) ist.

[1] Diese Arbeit wurde mit der Unterstützung des „Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung" (Gesuch 3.205.69) durchgeführt..

2. Material und Methode

Die aus dem Litoral von Banyuls-sur-Mer stammenden Kolonien von *Coryne pintneri* und *Sarsia reesi* (Artbestimmung nach Brinckmann, 1970) werden im Laboratorium in grossen Rahmenaquarien und kleineren Standardschalen gezüchtet. Das künstlich hergestellte Meerwasser (hW-Meersalz, Wiegandt)

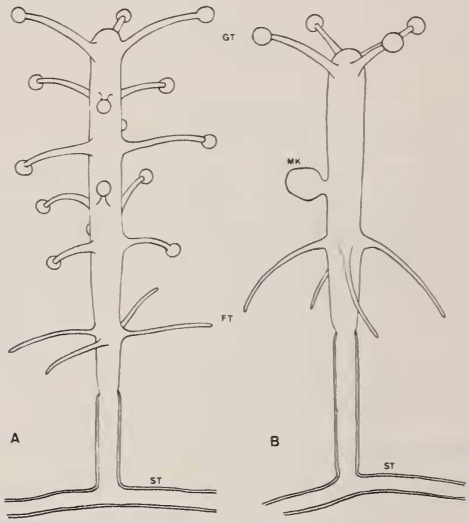

Abb. 1

Einzelpolypen von A) *Coryne pintneri*, B) *Sarsia reesi*. (C = Caulus, FT = filiforme Tentakel, GT = geknöpfte Tentakel, MK = Medusenknospe, ST = Stolo).

wird auf 18°C gekühlt. Gut gedeihende Kolonien sind einem 12-stündigen Hell-Dunkel-Wechsel ausgesetzt und werden in Abständen von 2—3 Tagen mit frisch geschlüpften Nauplii von *Artemia salina* gefüttert.

Beobachtungen über Reizbeantwortung wurden unter dem Binokular (Vergr. 16 ×) in Standardschalen (200 ccm) an ausgewachsenen, in den Kolonien integrierten Polypen durchgeführt, die stets 2—3 Tage vor Versuchsbeginn zum letzten Mal gefüttert wurden.

Die mechanische Reizung erfolgte mit einer fein ausgezogenen Nadel aus blauem Pyrex-Glas, die mit einem selbstgebauten, mechanisch betätigten Mikromanipulator bewegt wurde.

3. Das Reaktionsmuster

Die Polypen von *Coryne pintneri* und *Sarsia reesi* zeigen auf mechanische Reizung hin zwei deutlich voneinander unterscheidbare Reaktionen, deren Verläufe in Abb. 2 dargestellt sind: Die eine ist lokaler Natur und wird dann

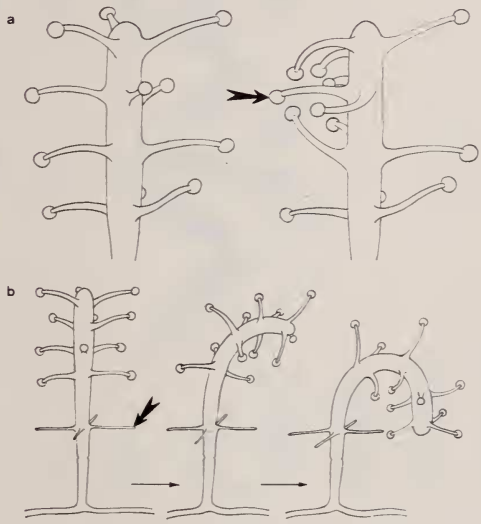

Abb. 2.

Coryne pintneri: Beantwortung von Berührungsreizen. *a)* Klammerbewegung der geknöpften Tentakel bei Berührung eines Tentakels; *b)* Beugungsreaktion nach mechanischer Reizung eines filiformen Tentakels (die Pfeile bezeichnen den Reizort).

ausgelöst, wenn der distale Bereich des Polypen mechanisch gereizt wird, wobei sich die dem Reizort benachbarten Tentakel zangenartig in Richtung der Reizquelle krümmen (Abb. 2 *a*).

Die zweite Reaktionsart äussert sich in einer ausserordentlich raschen Krümmung des ganzen Polypen in Richtung der Reizsetzung (Abb. 2 *b*). Mit diesem Verhalten beantwortet der Polyp eine Berührung der filiformen Tentakel (Abb. 1), oder gelegentlich auch eine Reizung der diesen Tentakeln unmittelbar benachbarten Rumpfregion.

a) *Lokale Reaktionen der geknöpften Tentakel*

Die in Abb. 2 *a* dargestellte, lokale Reaktion, an der nur die geknöpften Tentakel teilhaben, tritt dann ein, wenn die endständigen Nesselbatterien und/oder der Schaft der geknöpften Tentakel mechanisch gereizt werden. Mit unterschiedlichem Erfolg kann diese Reaktion auch durch Reizung der im Bereich der geknöpften Tentakel liegenden Rumpfsäule ausgelöst werden.

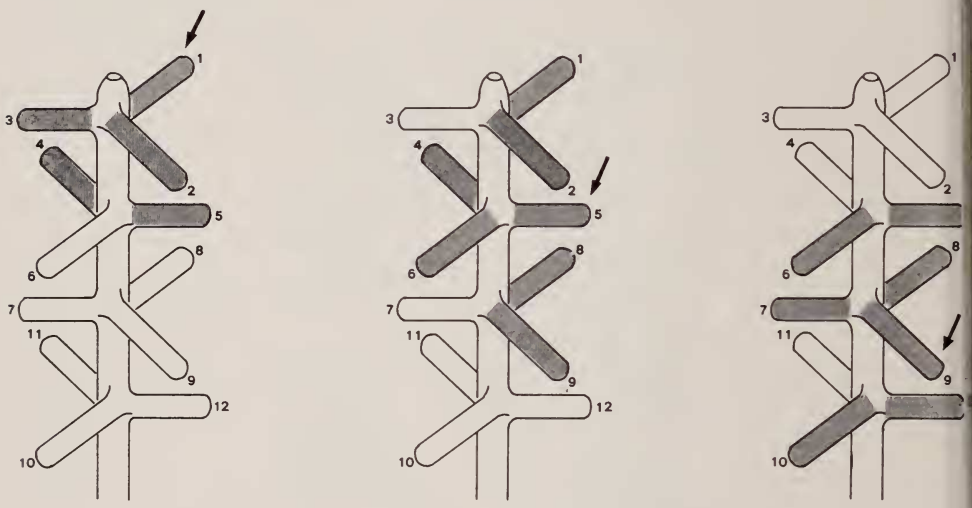

Abb. 3.

Coryne pintneri: Reaktionsmuster der geknöpften Tentakel nach Berührung (Pfeil) einzelner geknöpfter Tentakel. Nur die schraffierten Tentakel reagieren durch Beugung in Richtung der Reizquelle (vergl. Abb. 2 *a*).

Bei *Sarsia reesi* (Abb. 1 *b*), die nur 4—5 perihypostomiale Tentakel besitzt, biegen sich diese in Form einer Zangenbewegung (Fangreaktion) in Richtung der Reizquelle.

Bei *Coryne pintneri*, die mehrere Wirtel geknöpfter Tentakel besitzt (Abb. 1 *a*), ist die Zahl der an der beschriebenen Reaktion beteiligten Tentakel vom Ort der Reizsetzung abhängig (Abb. 3). Wird z.B. einer der zum obersten Wirtel gehörenden Tentakel gereizt (Abb. 3 *a*), biegen sich die beiden andern Tentakel des gleichen Wirtels, sowie 2 Tentakel des nächst-tieferliegenden Wirtels auf die Reizquelle hin. Bei Berührung eines Tentakels des 2. oder 3. Wirtels (Abb. 3 *b*, *c*) können alle Tentakel dieses Wirtels sowie maximal je 2 Tentakel der benachbarten Wirtel reagieren. Es sind dies, wie aus Abb. 3 hervorgeht, stets die Tentakel, die bezogen auf den gereizten Tentakel im kollateralen Sektor der Rumpfsäule

liegen. Gegenständige Tentakel benachbarter Wirtel zeigen bei einmaliger Reizung keine Reaktion.

Es handelt sich hier demzufolge um eine relativ langsame, örtlich begrenzte Reaktion einzelner, der Reizquelle benachbarter Tentakel. Bei der Berührung

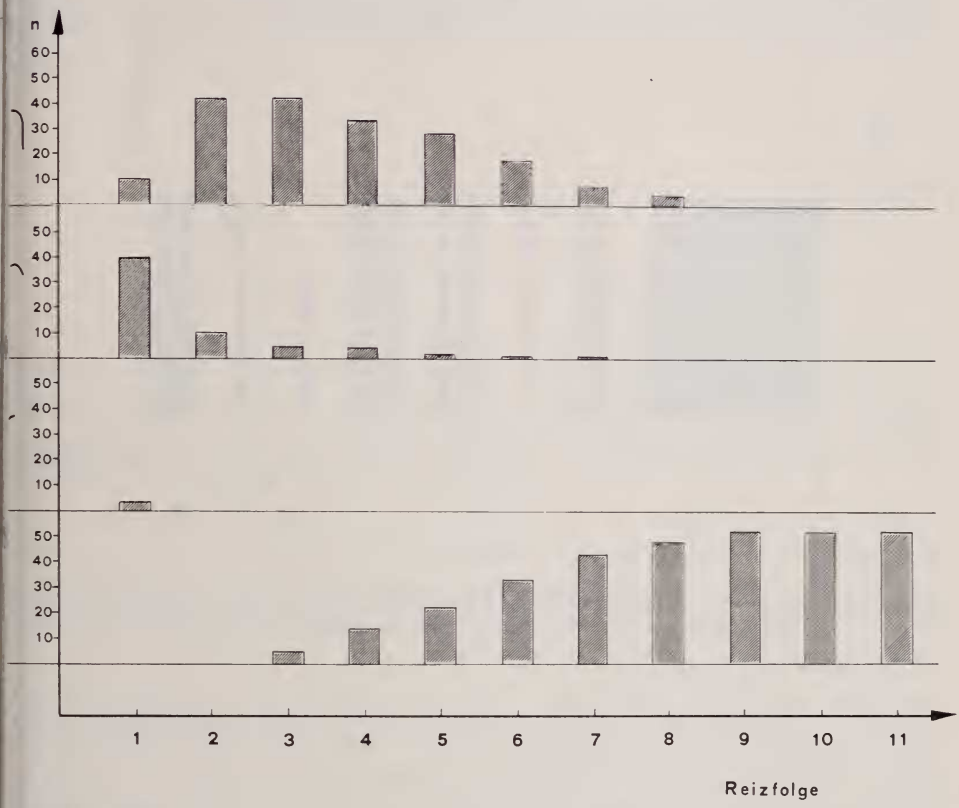

Abb. 4.

Coryne pintneri: Reaktionen von 53 Einzelpolypen auf wiederholte Berührung des gleichen filiformen Tentakels (Habituationsverlauf). Die Intervalle zwischen den einzelnen Reizsetzungen betragen 10 Sekunden. a = keine Reaktion; b = schwache Reaktion; c = mittlere und d = starke Beugungsreaktion (n = Zahl der Polypen).

der basalen geknöpften Tentakel kann es ausser dem soeben beschriebenen Verhalten zu einer Beugungsreaktion kommen, wie sie ausgelöst wird, wenn die filiformen Tentakel gereizt werden.

b) *Die Beugungsreaktion*

Die Beugungsreaktion, ausgelöst durch eine Berührung der filiformen Tentakel (Abb. 2 *b*) erfolgt bei *Coryne pintneri* so rasch, dass es dem Experi-

mentator anfänglich nicht gelang, das Instrument dem Zugriff der geknöpfter Tentakel zu entziehen. Die entsprechende Reaktion von *Sarsia reesi* ist wesentlich langsamer.

Je nach Situation äussert sich die Reaktion nur in einer teilweisen Beugung des Polypen (Abb. 2 *b*), was sehr oft bei einer erstmaligen Reizung eines filiformen Tentakels der Fall ist (Abb. 4). Bei wiederholter Reizung des gleichen

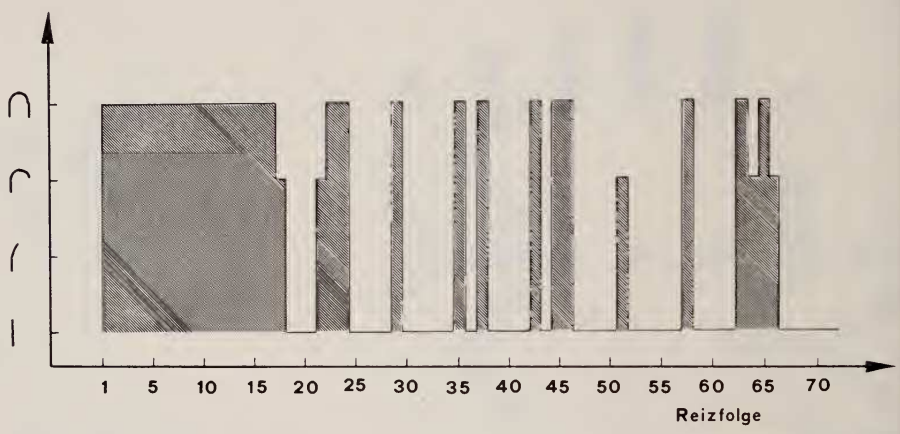

Abb. 5.

Sarsia reesi: Reaktionen eines Einzelpolypen auf wiederholte Berührung des gleichen filiformen Tentakels. Intervalle zwischen den einzelnen Reizen = 10 Sekunden.

Tentakels (Reizintervall 10 sek.) antwortet *Coryne pintneri* zunächst mit einer Serie maximaler Beugungsreaktionen. Wie aus Abb. 4 ersichtlich ist, stellt sich dann eine Habituation ein, die sich darin äussert, dass der Polyp den Reiz nicht mehr beantwortet. Die Dauer dieser Habituation erstreckt sich über maximal 120—150 Sekunden. Wird nämlich der gleiche Tentakel eines zuvor habituierten Polypen nach einer Reizpause von 120—150 Sekunden erneut gereizt, setzen die Reaktionen wieder voll ein; aber es bedarf dann einer geringeren Zahl von wiederholten Reizen, um erneute Habituation zu erreichen. Die auf einem filiformen Tentakel durch mehrmalige Reizung erzielte Habituation hat aber für benachbarte Tentakel keine Gültigkeit. Hat man durch wiederholte Reizung des einen filiformen Tentakels den Zustand der Habituation erreicht und berührt nun einen benachbarten Tentakel, so löst dieser Reiz sofort eine Beugungsreaktion aus, wobei die Beugungsrichtung sich entsprechend der Lage des gereizten Tentakels ändert.

Vorversuche bei *C. pintneri* haben ausserdem gezeigt, dass die einmal erzielte Habituation nur für den berührten Abschnitt des gereizten Tentakels Gültigkeit

besitzt. Wird der gleiche Tentakel an einer anderen Stelle berührt, setzt die Beugungsreaktion wieder voll ein.

Bei *Sarsia reesi* kann durch wiederholte Reizsetzung, wie Abb. 5 zeigt, keine eindeutige Habituation erreicht werden. Zunächst beantworten die Polypen dieser Art die in Abständen von 10 Sekunden wiederholten Berührungsreize fehlerlos; dann aber wird die Reaktionsserie von Reaktionspausen unterschiedlicher Länge unterbrochen.

4. Diskussion

Wie in einer anderen Arbeit gezeigt wird (Tardent und Stössel, 1971), besitzen *Coryne pintneri* und *Sarsia reesi* über die Oberfläche des Ektoderms hinausragende Stereocilien, die besonders an den filiformen Tentakeln gehäuft sind und die zusammen mit ihrem Zellkörper als Mechanorezeptoren in Frage kommen.

Beide Arten verfügen über mindestens zwei Rezeptor-Effektorsysteme. Das eine hat seinen Sitz im distalen Teil des Polypen und hat den lokalisierten „Klammerreflex", die Fangbewegung, der geknöpften Tentakel zum Thema. Diese Reaktion beruht, da sie lokal und in ihrer Ausdehnung variabel ist, im Sinne der Terminologie von Bullock und Horridge (1965) vermutlich auf einem relativ langsamen „local conducting system". Anhaltspunkte für das Vorhandensein einer Facilitation liegen im Falle dieses Systems keine vor.

Der blitzartigen Beugungsreaktion andererseits muss ein „through conducting system" mit Facilitation und Habituation zugrunde liegen. Das Zentrum dieses Systems steht eindeutig im Bereich der filiformen Tentakel und der angrenzenden Rumpfmuskulatur. Es dehnt sich aber auch distalwärts aus und erreicht bei *Coryne pintneri* die Region der basalen geknöpften Tentakel, denn eine mechanische Reizung derselben führt nicht selten auch zu einer charakteristischen Beugungsreaktion.

Rushforth, Burnett und Maynard (1963) haben gezeigt, dass die Beantwortung von Berührungsreizen bei *Hydra pirardi* einer Habituation unterworfen ist. Dies trifft auch für die auf die Berührung der filiformen Tentakel von *Coryne pintneri* erfolgende Beugungsreaktion zu. Die Habituation gilt aber nur für den jeweiligen Reizort und nicht für das ganze Rezeptor- resp. Effektorsystem. Wir vermuten deshalb, dass sich die Habituation auf der Ebene der einzelnen Rezeptoren oder Rezeptorgruppen ein- und desselben Tentakels abspielt.

5. Zusammenfassung

1. *Coryne pintneri* und *Sarsia reesi* (Athecata, Capitata) beantworten Berührungs- und Vibrationsreize mit 2 verschiedenen Reaktionen.

2. Die Berührung der geknöpften Tentakel löst eine lokale zur Reizquelle hin gerichtete Klammerbewegung der dem Reizort benachbarten geknöpften Tentakel aus.

3. Bei mechanischer Reizung der filiformen Tentakel und der diesen benachbarten Rumpfregion krümmt sich der distale Teil des Polypen blitzartig in Richtung der Reizquelle. Diese Reaktion ist einer Habituation unterworfen, die jedoch nur für den betreffenden Reizort Gültigkeit besitzt.

Résumé

1. *Coryne pintneri* et *Sarsia reesi (Athecata, Capitata)* présentent deux réactions distinctes consécutives à des attouchements et à des stimuli vibratoires.

2. Le contact des tentacules capités déclenche une réaction locale des tentacules capités voisins, qui s'incurvent en direction de la source de stimulation.

3. Lorsque les tentacules filiformes ou la portion avoisinante du corps se trouvent stimulés, la portion distale entière du polype s'incurve très rapidement vers la source de la stimulation. Cette réaction est sujette à une accoutumance, qui n'est toutefois valable que pour le tentacule stimulé.

6. Summary

1. *Coryne pintneri* and *Sarsia reesi* (Athecata, Capitata) exhibit two distinct reactions following local mechanical stimuli or vibrations.

2. Touching of the capitate tentacles evokes a local reaction of neighbouring capitate tentacles which bend towards the source of the stimulus.

3. When the filiform tentacles or the neighbouring portion of the body are stimulated, the entire distal portion of the polyp bends in a rapid curving movement towards the source of the stimulus. This reaction is subjected to habituation which, however, holds only for the particular tentacle, i.e. tentacle region, which has been repeatedly stimulated.

LITERATUR

BRINCKMANN-VOSS, A. 1970. *Anthomedusae/Athecatae (Hydrozoa, Cnidaria) of the Mediterranean. Part I.* Fauna e Flora del Golfo di Napoli, 39. Mon.

BULLOCK, T. H. und G. A. HORRIDGE, 1965. *Structure and function in the nervous Systems of Invertebrates.* Freeman and Co., San Francisco and London.

RUSHFORTH, N. B., A. L. BURNETT und R. MAYNARD. 1963. *Behaviour in Hydra: Contraction responses of Hydra pirardi to mechanical and light stimuli.* Science 139: 760—761.

TARDENT, P. und F. STÖSSEL. 1971. *Die Mechanorezeptoren von Coryne pintneri, Sarsia reesi und Cladonema radiatum (Athecata, Capitata).* Rev. Suisse Zool. 78, 680—688.

N° 35. **M. Borner** und **P. Tardent** [1]. — Der Einfluss von Licht auf die Spontanaktivität von *Hydra attenuata* Pall.

(Mit 3 Textabbildungen)

Zool. Institut, Universität Zürich.

1. EINLEITUNG

Schon HAUG (1933) hatte darauf aufmerksam gemacht, dass die Süsswasserhydra bei konstanten Aussenbedingungen ein als Spontanaktivität zu bezeichnendes Verhalten zeigt. Dieses manifestiert sich in einer mehr oder weniger regelmässigen Folge von Kontraktionen der Rumpfsäule und der Tentakel. Zwischen zwei Kontraktionen, die durch Streckungsphasen rückgängig gemacht werden, liegen Intervalle in der Grössenordnung von 10 Minuten. Nach der Klassifikation von SOLLBERGER (1965) handelt es sich hier um Spontanrhythmen mit rascher Frequenz (microrhythmus, Periode < 1 h).

Im Zusammenhang mit diesem rhythmischen Verhalten konnten PASSANO und MCCULLOUGH (1962, 1963) am Rumpf von *Hydra* zwei verschiedene Muster

[1] Diese Arbeit wurde mit der Unterstützung des „Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung" (Gesuch 3.205.69) durchgeführt.